№ 374.

ВѢСТНИКЪ

ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ,

издаваемый

В. А. Гернетомъ

подъ редакціей

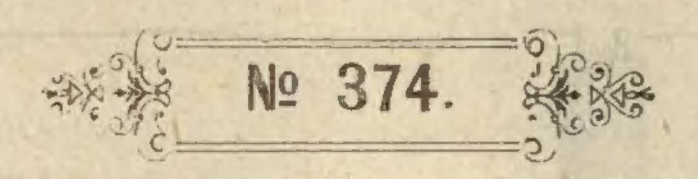
Приватъ-Доцента В. Ф. Кагана.

XXXII-го Семестра № 2-й.

ОДЕССА.
Типографія Бланкоиздательства М. Шпенцера, ул. Новосельскаго, д. № 66.
1904.

XXXII Сем. № 2.

Вѣстникъ Опытной Физики
и
ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

31 Іюля  № 374. 1904 г.

ЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ВОЛНЫ.

F. Richarz'a.

*(Окончаніе *).*

6. Доказательство существованія электрическихъ волнъ и лучей.

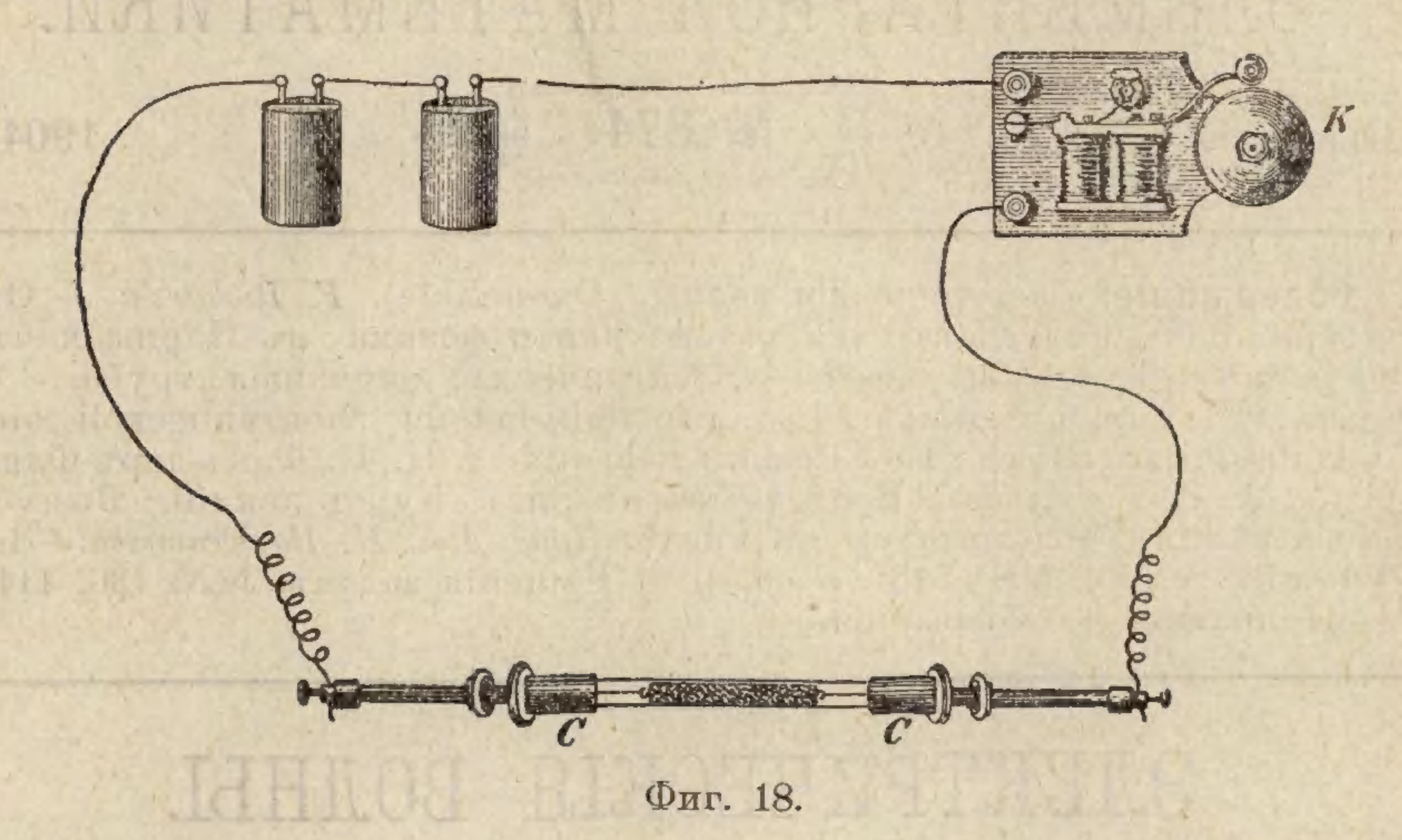
Какъ же доказать на опытѣ существованіе волнъ электрической силы, свободно распространяющихся въ воздухѣ? Въ послѣдніе годы для этой цѣли обыкновенно пользуются слѣдующимъ методомъ, очень удобнымъ въ демонстративномъ отношеніи. Если мы насыплемъ металлическія опилки, скажемъ, мѣдныя, въ стеклянную трубку (на схематическомъ рисункѣ 18, $C \dots C$), черезъ концы которой пропущены проволочные провода, и попытаемся замкнуть при помощи этой трубки токъ, то окажется, что она представляетъ для тока почти непреодолимое сопротивленіе. Если, однако, мы поставимъ такую трубку параллельно герцовымъ колебаніямъ, [1]) и на нее станутъ падать электрическія волны, то сопротивленіе въ трубкѣ значительно

---

*) См. № 373 „Вѣстника".

[1]) Т. е. при вибраторѣ, изображенномъ на рисункѣ (6), параллельно кондукторамъ.

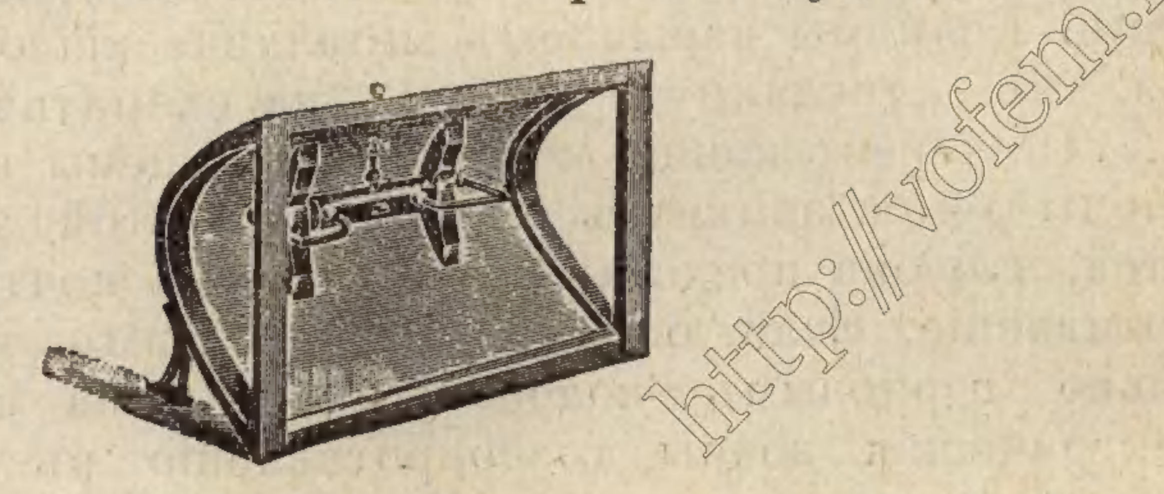
уменьшается. Причина этого явленія, открытаго впервые Бранли (Branly), еще невполнѣ выяснена. Опилки какъ бы сцѣпляются, слипаются между собой, почему эта трубка и названа *когереромъ* (отъ латинскаго слова „cohaerere"). Если мы составимъ цѣпь изъ нѣсколькихъ гальваническихъ элементовъ, электрическаго звонка (*K* на рисункѣ 18) и когерера, то, вслѣдствіе чрезвычайно большого сопротивленія послѣдняго, въ цѣпи не появится никакого тока; но если мы пустимъ извнѣ электрическія волны, ко-



Фиг. 18.

торыя упадутъ на когереръ, то черезъ него немедленно пройдетъ токъ отъ элементовъ, и колокольчикъ тотчасъ начинаетъ звонить. Даже послѣ того, какъ электрическія волны прекратятся, сопротивленіе остается слабое, и колокольчикъ продолжаетъ звонить. Токъ прекращается лишь послѣ того, какъ мы встряхнемъ опилки, для чего достаточно ударить по трубкѣ когерера.

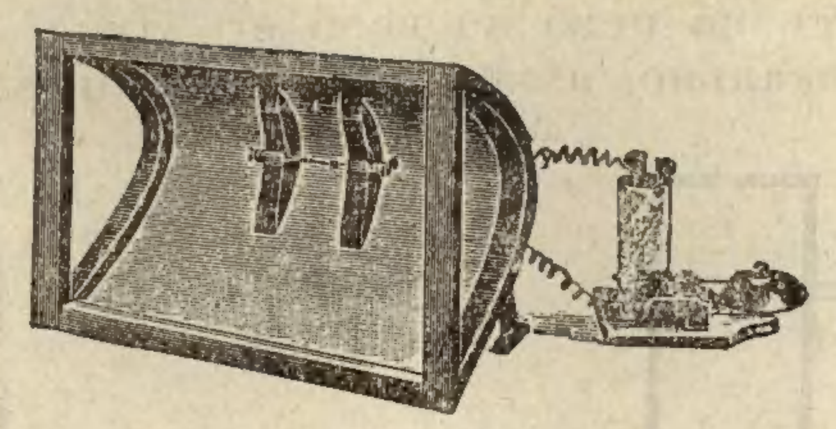
Аппараты, которыми я обыкновенно пользуюсь для этихъ опытовъ, изготовляются въ механической мастерской Ernecke въ Берлинѣ; они функціонируютъ прекрасно. Вибраторъ, возбуждающій герцовы колебанія, придѣланъ къ вогнутому металлическому зеркалу вдоль его горизонтально расположенной фокальной линіи (фиг. 19). Значеніе этого зеркала будетъ выяснено



Фиг. 19.

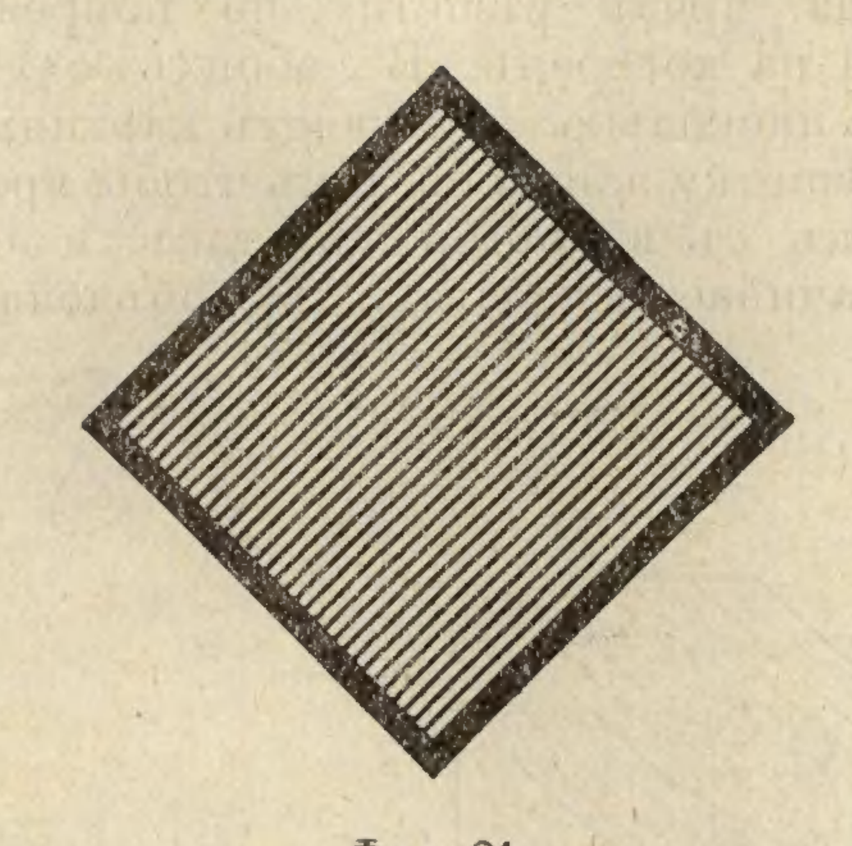
ниже. Чтобы когереръ хорошо работалъ, онъ долженъ быть также устроенъ нѣсколько иначе, чѣмъ это показано на схема-

тическомъ рисункѣ 18. Онъ также придѣланъ къ металлическому зеркалу вдоль фокальной линіи; гальваническій элементъ и колокольчикъ расположены сзади этого зеркала (фиг. 20).



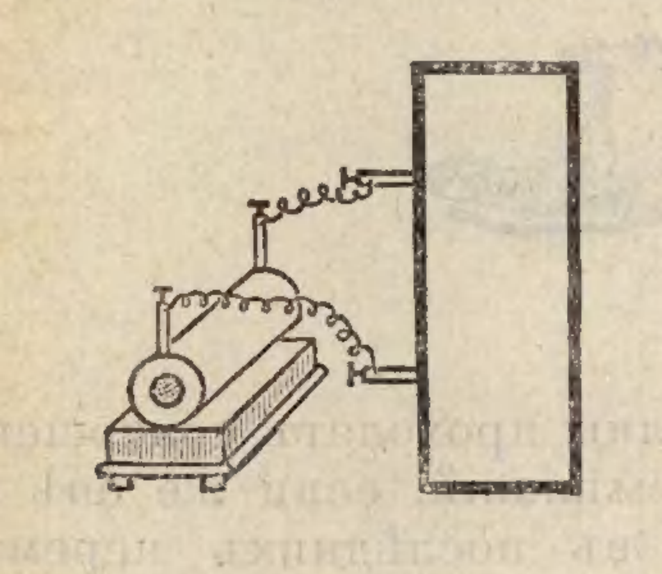
Фиг. 20.

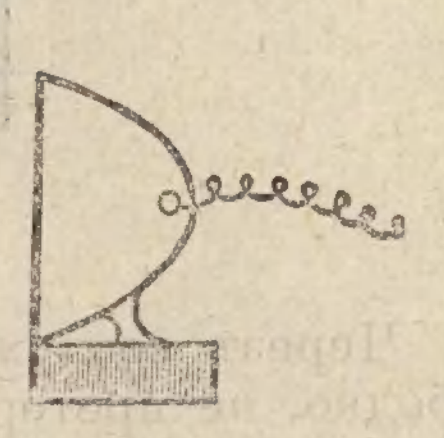
Черезъ воздухъ электрическія волны проходятъ совершенно свободно, не претерпѣвая никакихъ измѣненій; если же онѣ падаютъ на металлы, то онѣ вызываютъ въ послѣднихъ перемѣнные электрическіе заряды и токи, но сквозь металлы не проникаютъ. Сзади металловъ образуется какъ бы *тѣнь электрической силы*. Если, напримѣръ, мы поставимъ между когереромъ и вибраторомъ металлическій экранъ, то волны, идущія отъ вибратора, не окажутъ дѣйствія на когереръ—звонокъ не будетъ звонить; но достаточно принять пластинку, чтобы звонокъ вновь началъ звонить. Рѣшетка, сдѣланная изъ натянутыхъ проволокъ (фиг. 21), представляетъ собой экранъ, замѣняющій металлическую пластину, если проволоки параллельны электрическимъ колебаніямъ; если помѣстимъ такую рѣшетку между вибраторомъ и когереромъ такъ, чтобы ея проволоки были параллельны тому и другому, то она совершенно задерживаетъ электрическія волны. Но если мы повернемъ рѣшетку на прямой уголъ въ ея же плоскости, такъ что проволоки станутъ перпендикулярны къ когереру и вибратору, то электрическія волны вызываютъ въ проволокахъ лишь чрезвычайно слабое разложеніе электричества и проходятъ чрезъ рѣшетку почти безъ всякаго ослабленія.



Фиг. 21.

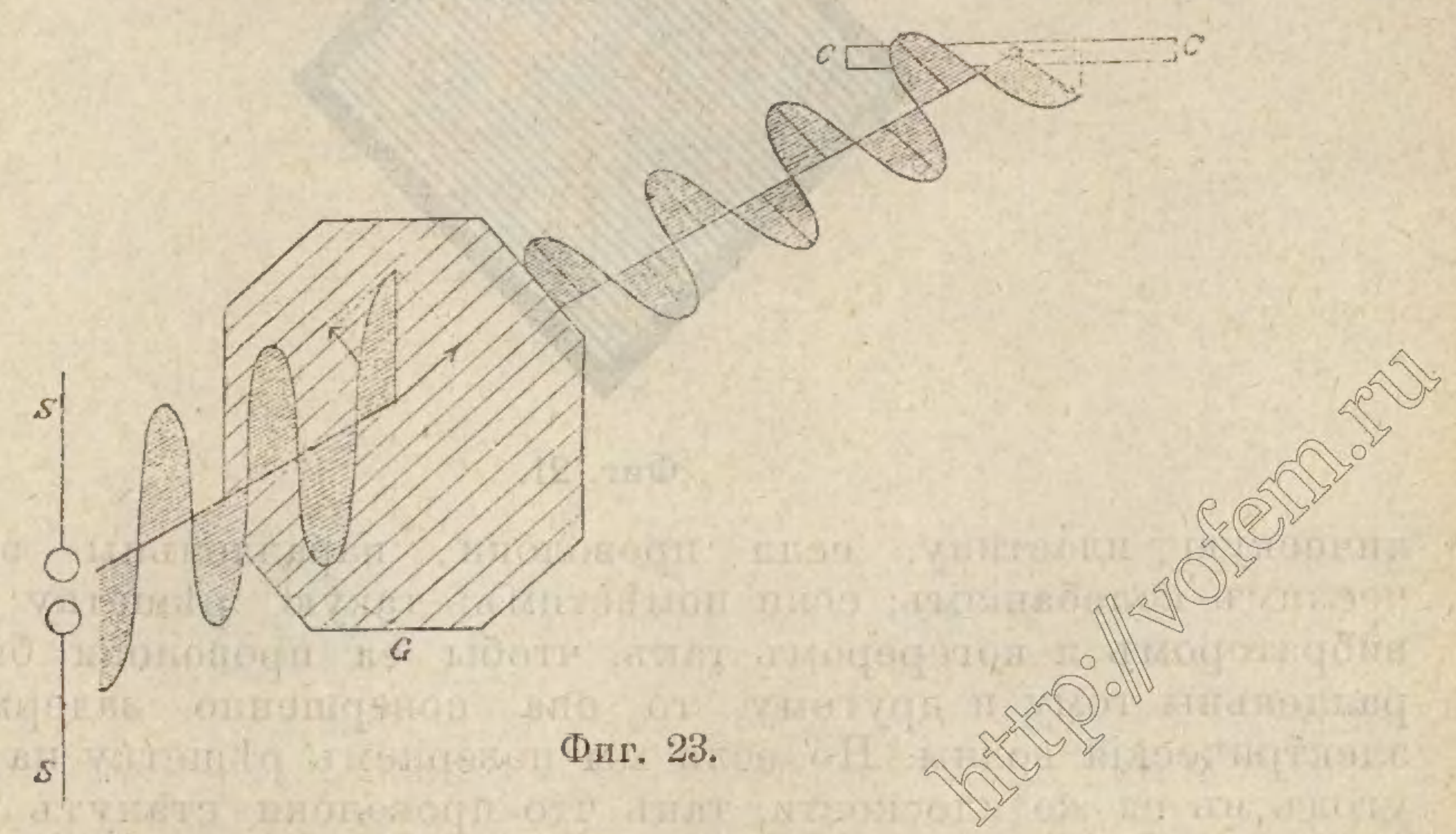
Въ опытахъ, о которыхъ мы говорили до сихъ поръ, когереръ долженъ былъ быть расположенъ параллельно герцовымъ колебаніямъ, такъ что электрическія волны, падающія на когереръ, дѣйствуютъ на него по всей его длинѣ. Теперь поставимъ вибраторъ вертикально, а когереръ горизонтально (фиг. 22). При





Фиг. 22.

такомъ расположеніи волны, перекрещивающія когереръ, не оказываютъ на него никакого вліянія. Теперь опять поставимъ между вибраторомъ и когереромъ металлическую рѣшетку, расположивъ проволоки послѣдней сначала горизонтально; въ такомъ случаѣ электрическія волны, какъ мы уже знаемъ, вовсе не пройдутъ чрезъ рѣшетку. Затѣмъ поставимъ рѣшетку горизонтально, т. е. параллельно когереру; въ этомъ случаѣ волны пройдутъ, правда, чрезъ рѣшетку, но попрежнему не окажутъ никакого вліянія на когереръ. Въ обоихъ случаяхъ, такимъ образомъ, рѣшетка нисколько не мѣняетъ картины явленія. Но если мы поставимъ рѣшетку наискось, такъ чтобы проволоки составляли углы въ 45⁰ какъ съ вибраторомъ, такъ и съ когереромъ, то колокольчикъ начинаетъ звонить. Это объясняется слѣдующимъ



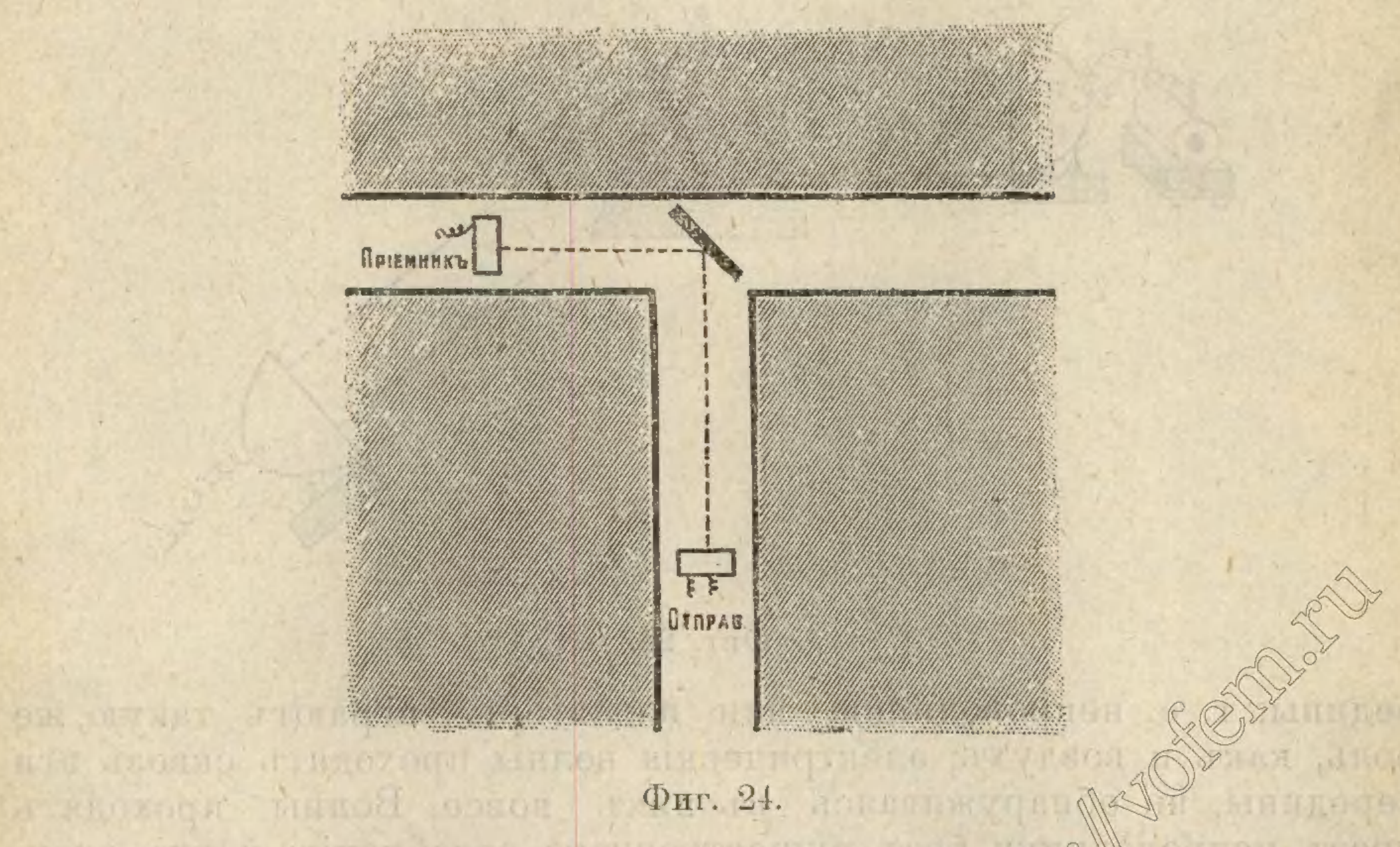
Фиг. 23.

образомъ. Электрическія волны, падая на рѣшетку, вызываютъ въ ней электрическую силу, имѣющую вертикальное направленіе; эту силу разложимъ на двѣ слагающія подъ углами въ 45⁰ къ результирующей (фиг. 23). Изъ этихъ двухъ слагающихъ та,

которая параллельна проволокамъ рѣшетки, будетъ задержана, а другая слагающая проходитъ. Прошедшія волны падаютъ уже не перпендикулярно къ когереру, а подъ угломъ въ 45⁰; онѣ, въ свою очередь, даютъ одну слагающую, перпендикулярную къ когереру, а другую, параллельную ему. Первая остается безъ всякаго дѣйствія, вторая же дѣйствуетъ, какъ было указано выше.

Итакъ, металлы непрозрачны для электрическихъ волнъ. Точно такъ же, какъ металлы, будучи непрозрачны для свѣтовыхъ волнъ, отражаютъ послѣднія, они отражаютъ и электрическія волны.

Отраженіемъ электрическихъ волнъ мы уже фактически пользовались, такъ какъ вибраторъ и когереръ были заключены въ вогнутое параболическое зеркало, которое имѣетъ совершенно такую же форму, какъ параболическія зеркала, отражающія свѣтъ. Зеркало, въ которомъ находится вибраторъ, отражаетъ всѣ исходящія отъ послѣдняго волны въ направленіи своей оси, такъ что въ этомъ направленіи получается усиленный пучекъ электрическихъ волнъ, такъ сказать, лучъ электрической силы. Весь этотъ пучекъ направляется на зеркало, въ которомъ находится когереръ, и, отразившись, концентрируется на послѣд-



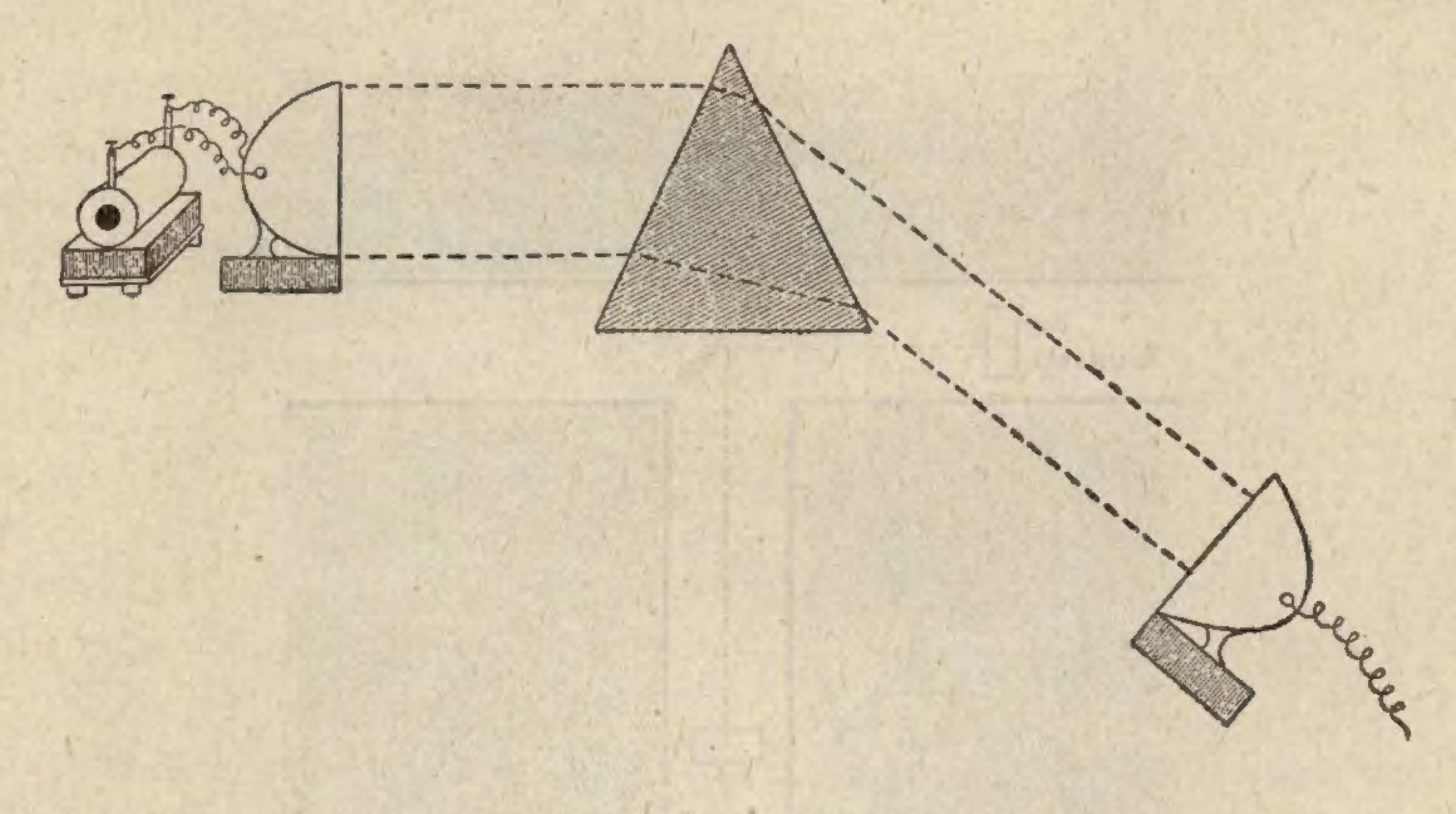
Фиг. 24.

немъ. Легко убѣдиться, что рефлекторъ дѣйствительно концентрируетъ идущія отъ него колебанія въ видѣ луча электрической силы. Дѣйствительно, если въ приборѣ, который описанъ выше (фиг. 19), мы повернемъ отверстіе зеркала, содержащаго вибраторъ, въ другую сторону, то лучи не попадутъ на когереръ, и колокольчикъ не звонитъ. Если же, наоборотъ, мы станемъ медленно поворачивать рефлекторъ въ прежнее положе-

ніе такъ, чтобы направленіе отраженнаго луча электрической силы постепенно снова становилось горизонтальнымъ, то волны опять начинаютъ дѣйствовать на когереръ.

Легко также показать отраженіе цѣлаго пучка электрическихъ лучей отъ металлическаго экрана. Для этой цѣли служитъ металлическая коробка (фиг. 24) съ двумя ходами, вертикальнымъ и горизонтальнымъ. Въ вертикальномъ ходѣ помѣстимъ вибраторъ, а въ горизонтальномъ—пріемникъ (когереръ). Электрическія волны, отразившись отъ экрана, падаютъ на когереръ, и колокольчикъ звонитъ; если же мы удалимъ экранъ, то дѣйствіе электрическихъ волнъ на когереръ прекратится. Отраженіе можетъ быть произведено также проволочной рѣшеткой. Если проволоки ея расположены, какъ когереръ и вибраторъ, горизонтально, то рѣшетка, какъ мы знаемъ, не пропускаетъ электрическихъ волнъ, а отражаетъ ихъ; если же проволоки поставлены вертикально, то рѣшетка пропускаетъ электрическія волны, а потому не отражаетъ ихъ.

Если электрическія волны попадаютъ на среду, которая не проводитъ электричества, какъ, напримѣръ, на сухое дерево или смолу, то въ послѣдней, подъ дѣйствіемъ электрическихъ волнъ, не возникаютъ ни заряды, ни токи. Въ этомъ отношеніи эти се-



Фиг. 25.

редины, т. е. непроводники, или изоляторы, играютъ такую же роль, какъ и воздухъ; электрическія волны проходятъ сквозь эти середины, не обнаруживаясь въ нихъ вовсе. Волны проходятъ чрезъ непроводники безъ существеннаго ослабленія, и ихъ электрическое дѣйствіе проявляется только тогда, когда онѣ падаютъ на металлы. Итакъ, черезъ непроводники электрическія волны проходятъ, черезъ проводники онѣ не проходятъ. Но въ одномъ отношеніи всѣ другіе непроводники отличаются отъ воздуха: герцовы волны распространяются въ нихъ медленнѣе, нежели въ воздухѣ. Вслѣдствіе этого здѣсь обнаруживается иногда совершенно то же явленіе, которое мы наблюдаемъ на свѣтовыхъ лу-

чахъ, если они проходятъ изъ одной среды въ другую, въ которой они распространяются медленнѣе, — именно, *преломленіе*. Преломленіе свѣта мы наблюдаемъ, напримѣръ, въ томъ случаѣ, если мы пускаемъ свѣтовой лучъ на стеклянную призму. Свѣтовой лучъ при входѣ въ призму и при выходѣ изъ нея отклоняется отъ первоначальнаго своего направленія. Совершенно то же самое происходитъ и съ электрическимъ лучемъ, когда онъ проходитъ чрезъ призму, сдѣланную изъ непроводника, напримѣръ, изъ смолы. Если мы поставимъ такую призму на пути электрическихъ волнъ (фиг. 25), то теперь необходимо будетъ опустить когереръ значительно ниже, чтобы волны могли оказать на него свое дѣйствіе. Что въ данномъ случаѣ волны, дѣйствующія на когереръ, дѣйствительно прошли черезъ призму, можно обнаружить очень просто: если мы поставимъ металлическій экранъ между вибраторомъ и призмой, то онъ направитъ волны въ другую сторону, и когереръ не обнаружитъ никакого дѣйствія. Какъ только мы примемъ рѣшетку, волны вновь дѣйствуютъ на когереръ.

---

7. Отношеніе электрическихъ волнъ къ свѣтовымъ.

Описанные выше опыты не могутъ не обратить вниманія каждаго на замѣчательную аналогію между ними и соотвѣтствующими опытами надъ свѣтовыми лучами. Если же мы еще примемъ во вниманіе, что герцовы волны распространяются въ воздухѣ съ тою же скоростью, какъ и свѣтъ, то невольно возникаетъ вопросъ: есть-ли это только аналогія или между обоими явленіями существуетъ внутренняя связь. Такая связь дѣйствительно существуетъ. Относительно свѣта мы знаемъ, что онъ также представляетъ собой волнообразное движеніе; это слѣдуетъ изъ явленія интерференціи. Именно, при извѣстныхъ условіяхъ мы наблюдаемъ, что соединеніе одного свѣтового пучка съ другимъ не только не производитъ усиленія свѣта, а даетъ темноту; это можетъ быть объяснено только тѣмъ, что здѣсь соединяются два волнообразныхъ движенія, при чемъ гребни волнъ одной системы совпадаютъ со впадинами другого движенія и такимъ образомъ какъ бы выравниваютъ другъ друга. Свѣтъ представляетъ собой, слѣдовательно, волнообразное движеніе. Мы знаемъ далѣе, что свѣтъ распространяется чрезъ междупланетное пространство къ неподвижнымъ звѣздамъ, а также чрезъ такъ называемую торричеліеву пустоту; это суть пространства, въ которыхъ нѣтъ никакой (или почти никакой) вѣсомой матеріи. Происходящія въ нихъ волнообразныя движенія свѣта должны быть, слѣдовательно, приписаны особой невѣсомой средѣ, совершенно отличной отъ остальной матеріи. Эту гипотетическую среду принято называть словомъ „эѳиръ“, заимствованнымъ изъ древне-греческой философіи.

Въ предыдущемъ намъ приходилось уже называть и ту гипотетическую среду, по которой распространяются электрическія силы, эѳиромъ. A priori, собственно, нельзя утверждать, что эти середины тождественны; но было бы чрезвычайно важнымъ упрощеніемъ, еслибъ мы могли сдѣлать такое допущеніе. Итакъ, станемъ на эту точку зрѣнія и примемъ такое допущеніе.

Далѣе, изъ явленій поляризаціи мы знаемъ, что свѣтъ обусловливается трансверсальными колебаніями; именно, по старымъ представленіямъ, каждая частица эѳира при свѣтовыхъ движеніяхъ должна испытывать трансверсальныя перемѣщенія, т. е. перпендикулярныя къ направленію, по которому колебаніе распространяется, точно такъ же, какъ при герцовыхъ волнахъ электрическая сила всегда направлена (на фиг. 17 сверху внизъ) перпендикулярно къ направленію распространенія волны (слѣва направо на томъ же чертежѣ). Но старая теорія шла слишкомъ далеко, допуская просто, что частицы эѳира подвергаются механическимъ перемѣщеніямъ, которыя волнообразно распространяются. Мы можемъ только опредѣленно сказать, что въ каждой частицѣ эѳира происходитъ нѣкоторое измѣненіе ея состоянія, имѣющее трансверсальное направленіе; въ чемъ собственно заключается это измѣненіе,—мы, конечно, не знаемъ. Если мы допустимъ, что свѣтовыя волны, по существу, также представляютъ собой герцовы волны, то мы объединимъ эти двѣ группы явленій въ нашемъ представленіи. Одно существенное различіе отличаетъ при этомъ электрическія волны отъ свѣтовыхъ: каждая волна имѣетъ у Герца длину около 1 m. или нѣсколько менѣе. Риги (Righi) наблюдалъ электрическія волны, имѣющія длину только около сантиметра. Но свѣтовыя волны имѣютъ длину менѣе $^1/_{1000}$ mm., и этой разницей объясняется различіе свойствъ электрическихъ и свѣтовыхъ волнъ, хотя, по существу, онѣ представляютъ собой одинаковыя явленія.

Интересенъ еще вопросъ, какимъ образомъ возникаютъ свѣтовыя волны? Здѣсь должно быть нѣчто аналогичное электрическому вибратору, отъ котораго исходятъ электрическія волны. Эту роль играютъ въ свѣтовыхъ явленіяхъ *быстрыя колебанія заряженныхъ электричествомъ атомовъ*, которыя имѣютъ мѣсто въ раскаленныхъ тѣлахъ; каждый изъ этихъ атомовъ служитъ источникомъ нѣкотораго слабаго герцова колебанія, распространяющаго электрическія волны. Ничтожные размѣры этихъ волнъ обусловливаютъ ихъ способность дѣйствовать на нашъ глазъ, вслѣдствіе чего мы и воспринимаемъ ихъ въ видѣ свѣта. *)

---

*) Подробнѣе объ этомъ изложено въ работахъ автора: см. „Sitzung der Gesellschaft f. Naturkunde zu Bonn v. 12. Jan. 1891“, „Naturwiss. Rundschau“ IX 1894, стр. 273.

8. Телеграфированіе безъ проводовъ.

Распространеніе электрическихъ волнъ по воздуху получило въ послѣднее десятилѣтіе сенсаціонное примѣненіе для телеграфированія безъ проводовъ. Здѣсь мы имѣемъ дѣло съ распространеніемъ очень длинныхъ волнъ электрической силы. Какъ мы видѣли выше, съ помощью герцовыхъ волнъ можно заставлять звонить колокольчикъ, соединенный съ когереромъ, и въ этомъ смыслѣ Герцъ уже владѣлъ принципомъ телеграфированія безъ проводовъ. Но очень большія волны могутъ быть сдѣланы гораздо сильнѣе, нежели короткія. Длинныя волны океана могутъ имѣть высоту въ нѣсколько метровъ, что совершенно невозможно въ небольшихъ волнахъ, которыя мы получаемъ, плеская воду. Заслуга Маркони заключается въ томъ, что онъ устроилъ вибраторъ, дававшій очень длинныя волны, и воспринималъ ихъ очень чувствительнымъ Бранліевымъ когереромъ. Благодаря этому, онъ имѣлъ возможность слѣдить за распространеніемъ электрическихъ волнъ на многіе километры. За стѣнами аудиторіи помѣщенъ аппаратъ, дающій сильныя электрическія волны; въ аудиторіи находится чувствительный когереръ, вставленный въ цѣпь и идущій отъ гальванической батареи къ гальванометру. Вслѣдствіе большого сопротивленія когерера, въ цѣпи тока нѣтъ; какъ только вибраторъ начинаетъ пульсировать, сопротивленіе въ когерерѣ уменьшается, токъ проходитъ чрезъ цѣпь и даетъ отклоненіе стрѣлки гальванометра (опытъ). Этимъ способомъ можно также заставить дѣйствовать аппаратъ Морза и, съ его помощью, послѣдовательно передавать буквы, какъ въ обыкновенномъ телеграфѣ. Въ этомъ заключается принципъ безпроволочной телеграфіи. Уже непосредственно послѣ изобрѣтенія телеграфированіе безъ проводовъ имѣло не одно только теоретическое значеніе, какъ показываетъ слѣдующій случай. При густомъ туманѣ 28-го апрѣля 1898 года пароходъ, шедшій изъ Лондона, наскочилъ на плавучій маякъ. Судно было сильно повреждено и было близко къ тому, чтобы пойти ко дну; къ счастью, на суднѣ находился аппаратъ безпроволочной телеграфіи, которымъ и была послана депеша на плавучій маякъ, находившійся на разстояніи 18 km. Помощникъ Маркони, находившійся на этомъ маякѣ, былъ немало пораженъ, когда услышалъ колоколъ. Судну была немедленно послана помощь.

На нашемъ опытѣ можно непосредственно убѣдиться, что электрическія волны проходятъ черезъ непроводники почти безъ всякаго ослабленія. Сухое дерево не проводитъ электричества; если мы закроемъ дверь изъ аудиторіи, то мы увидимъ, что дѣйствіе аппарата почти не измѣняется.

Телеграфированіе безъ проводовъ было въ послѣдніе годы значительно усовершенствовано, благодаря работамъ Сляби (Slaby), Арко (Arco) и Брауна (Braun).

Отчетъ о конференціяхъ преподавателей математики и физики въ Парижскомъ Педагогическомъ Музеѣ.

M. Ascoli.

Переводъ съ французскаго. *)

Для открытія совѣщаній и собесѣдованій, которыя предполагалось устроить для обсужденія различныхъ вопросовъ преподаванія и педагогіи, Ch. Langlois, директоръ Педагогическаго музея, организовалъ въ этомъ году первую серію засѣданій — по вопросамъ преподаванія математическихъ и физическихъ наукъ.

Вопросъ научнаго образованія во Франціи представляетъ совершенно особенный интересъ въ настоящее время, когда программы 31-го мая 1902 г. цѣликомъ вступаютъ въ силу; отличительный характеръ новаго плана преподаванія заключается въ томъ, что наукамъ отводится несравненно болѣе широкое мѣсто въ средней школѣ **) Наиболѣе существеннымъ, впрочемъ, во всей этой реформѣ являются не тѣ измѣненія, которыя внесены въ текстъ программъ, но то новое направленіе, которое желаютъ внести въ самый духъ преподаванія. „Программы сами по себѣ", говоритъ г. Liard: „не имѣютъ почти никакого значенія: онѣ даютъ лишь указанія, устанавливаютъ общее направленіе, намѣчаютъ опредѣленныя границы. Все значеніе въ учителѣ, а у учителя—въ методѣ преподаванія".

Такимъ образомъ, именно вопросы методологическіе составляли главный предметъ этихъ шести конференцій, основные моменты которыхъ мы и пытаемся резюмировать въ настоящей статьѣ. Прочитаны были слѣдующіе доклады.

1. H. Poincaré, членъ Института, проф. Парижскаго университета: „Общія опредѣленія въ Математикѣ".

2. G. Lippmann, членъ Института, проф. Парижскаго университета: „Цѣль преподаванія экспериментальныхъ наукъ при прохожденіи обычнаго курса средней школы".

3. L. Poincaré, генеральный инспекторъ народнаго образованія: „Методы преподаванія экспериментальныхъ наукъ".

---

*) Revue Générale des Sciences. 1904.

**) Какъ извѣстно, во Франціи между предметами преподаванія какъ въ средней, такъ и въ высшей школѣ рѣзко разграничены литература и науки: „les lettres" et „les sciences". Къ разряду „lettres" относятъ не только литературу, но и всѣ такъ называемыя „гуманитарныя науки"; къ разряду „sciences" относятъ позитивныя науки: естествознаніе, математику, физику, химію и т. д. До послѣдняго времени во французской средней школѣ преобладали гуманитарныя науки. Новыя программы удѣляютъ значительно больше мѣста „наукамъ". Для выясненія задачъ новыхъ программъ и устраиваются совѣщанія, о которыхъ идетъ рѣчь. Ниже слово „науки" вездѣ употребляется въ томъ значеніи этого слова, которое во Франціи связано со словомъ „les sciences". *Ред.*

4. M. Langevin, экстраординарный проф. Collège de France „Духъ научнаго образованія.“

5. E. Borel, предсѣдатель конференціи въ Ecole Normale Supérieure: „Практическія упражненія въ математическихъ наукахъ въ средней школѣ“.

6. M. Marotte, д-ръ, проф. въ Лицеѣ въ Шарлемани: „Преподаваніе математическихъ и физическихъ наукъ въ германской средней школѣ; послѣднія реформы“.

Конференціямъ предшествовала вступительная рѣчь Liard'a; онѣ сопровождались преніями и происходили подъ предсѣдательствомъ попеременно—H. Poincaré, C. Langlois и J. Tannery.

I. Необходимая реформа въ постановкѣ научнаго преподаванія.

Все, что до сихъ поръ предлагалось для усиленія вліянія наукъ въ средней школѣ, состояло главнымъ образомъ въ томъ, чтобы отвести имъ ту важную роль, которую онѣ должны играть въ дѣлѣ умственнаго образованія. До сихъ поръ эта роль отводилась чисто литературнымъ предметамъ (lettres), между тѣмъ какъ науки представляли собой главнымъ образомъ экзаменаціонный предметъ, лишенный всякаго воспитательнаго характера.

Совершенно ясно, что болѣе серьезная постановка научныхъ дисциплинъ въ общемъ образованіи ничуть не должна умалить вліянія чисто литературныхъ предметовъ. „Литературные предметы являются въ настоящее время и останутся въ будущемъ, такъ же, какъ и въ прошломъ, такимъ испытаннымъ воспитательнымъ средствомъ, что было бы совершенно невозможно вторгаться въ область ихъ господства“ (Liard).

Но достаточны-ли они? На вопросъ, какое воспитаніе предпочтительнѣе дать дѣтямъ—литературное или научное, Laisant отвѣтилъ: „столько же смысла имѣло бы спросить себя: что полезнѣе для человѣка—ѣсть или спать; или лишать его пищи, разрѣшая ему спать, или, наоборотъ, разрѣшать ему ѣсть, лишая его сна“.

Для того, чтобы отдать себѣ отчетъ въ результатахъ слабаго *научнаго* образованія, сопровождавшаго до сихъ поръ *литературное* развитіе, необходимо разсмотрѣть, какое дѣйствіе оказываетъ научное преподаваніе на широкія массы публики; достаточно поверхностнаго изслѣдованія для того, чтобы убѣдиться, что эти массы не извлекли никакой пользы изъ того научнаго образованія, которое онѣ получали. Это можно видѣть на успѣхѣ quasi-научныхъ объявленій въ ежедневной прессѣ. Другой при-

мѣръ приводитъ Пуанкаре: баккалавръ, человѣкъ вполнѣ солидный, знающій или, во всякомъ случаѣ, знакомый съ принципомъ равенства между дѣйствіемъ и противодѣйствіемъ, все-таки устремляется, согнувшись въ своемъ экипажѣ, изо всѣхъ силъ впередъ, надѣясь этимъ облегчить движеніе!

Что касается умовъ, у которыхъ есть врожденное стремленіе къ изученію наукъ, или, выражаясь точнѣе, математическихъ наукъ, ибо прочія „науки" не играли до сихъ поръ серьезной роли,—то можно опасаться, что дурно руководимое научное развитіе уродуетъ ихъ, создавая „того логически ограниченнаго, невыносимаго резонёра,—печальный продуктъ научныхъ школъ,—который видитъ лишь одну сторону всякаго явленія, забываетъ о случайностяхъ, не понимаетъ, что далеко не все укладывается въ математическія формулы, и, какъ истинный теоретикъ, хочетъ свести жизнь къ силлогизмамъ, сыплетъ парадоксами, теряющими свою остроту вслѣдствіе того, что онъ самъ имѣетъ глупость твердо въ нихъ вѣрить".

Необходимо также опасаться того, чтобы привычка не пренебрегать никакой мелочью въ области точныхъ доказательствъ не создала нерѣшительный умъ, не находящій никогда равновѣсія, ибо „въ моментъ, когда нужно принять рѣшеніе, онъ вполнѣ ясно видитъ всѣ доводы за и противъ; онъ хочетъ ихъ взвѣсить, словно химикъ, опредѣляющій процентное содержаніе реактива, но не можетъ съ ними справиться, ибо къ разсудку непримѣнима шаблонная мѣрка". (L. Poincaré).

Для лицъ, не сохранившихъ знаній, или,—что еще хуже,—сохранившихъ плохо понятыя знанія, научное образованіе не принесло никакой пользы. Между тѣмъ, и у нихъ, несомнѣнно, были разумные, подчасъ даже выдающіеся профессора; почему же результатъ ихъ преподаванія такъ ничтоженъ?

Вполнѣ ясно, что это зависитъ, прежде всего, отъ догматическаго характера полученнаго ими математическаго образованія: профессоръ старался строго держаться только абстрактнаго изложенія и безсознательно боялся показывать своимъ ученикамъ конкретное примѣненіе тѣхъ теоремъ, которыя онъ имъ излагалъ. „Въ результатѣ среди учениковъ оказалось много не подозрѣвающихъ никакой связи между математическими науками и реальными явленіями, представляющихъ себѣ эти науки совершенно недоступными или доступными развѣ лишь нѣсколькимъ, спеціально для этого созданнымъ умамъ, не дѣлающихъ никакихъ усилій для того, чтобы проникнуть въ сущность этихъ наукъ. Но и тѣ, которымъ удалось ихъ осилить, имѣя постоянно дѣло исключительно съ абстракціями и никогда не обращаясь къ реальнымъ явленіямъ, быстро начинаютъ смотрѣть на математику, какъ на рядъ условностей, просто логику или даже игру ума. Не предостеречь ихъ отъ этого,—значило бы, коротко говоря, вносить пустой формализмъ, что менѣе всего можетъ быть допустимо съ педагогической точки зрѣнія" (Liard).

Болѣе того, даже въ тѣхъ предметахъ, которые имѣютъ отношеніе къ экспериментальнымъ наукамъ, употреблялся дедуктивный методъ изложенія. „Сначала высказывался опредѣленный законъ такъ же, какъ излагается опредѣленная теорема; затѣмъ, совершенно такъ же, какъ если бы дѣло шло о теоремѣ, производился опытъ. Приводимые факты представлялись лишь иллюстраціей къ закону, но не служили основаніемъ для вывода этого закона, его источникомъ“ (Liard). Такимъ образомъ, даже при изученіи экспериментальныхъ наукъ учащіеся не имѣли никакого соприкосновенія съ реальными явленіями и въ умѣ ихъ неизбѣжно происходило полное раздѣленіе между тѣмъ, что преподается въ классѣ, и тѣмъ, что они встрѣчали въ жизни. Липпманнъ полагаетъ, что образующіяся въ умѣ учащихся перегородки, отдѣляющія науку отъ дѣйствительности, математику отъ физики, физику отъ химіи и т. п., способствуютъ, благодаря обусловливаемой этимъ безсвязности идей, бо́льшему пониженію средняго уровня. Учащимся необходимо выяснить единство науки.

Таковы послѣдствія этихъ недостатковъ; ихъ можно видѣть на баккалаврахъ. Любой кандидатъ, прекрасно знающій свой курсъ, никогда не подумаетъ использовать выведенную имъ случайно формулу для того, чтобы примѣнить ее къ численнымъ примѣрамъ; онъ не понимаетъ, что физическая формула, можетъ превратиться, если въ нее входитъ неизвѣстная величина, въ одно изъ тѣхъ уравненій, рѣшеніемъ которыхъ онъ занимался на урокахъ математики. Что касается до рѣшенія уравненія, въ которомъ неизвѣстная величина обозначена не буквою x, то для большинства учащихся это представляетъ непреодолимую трудность. Другой кандидатъ, вслѣдствіе ошибки въ вычисленіи, находитъ, что, прибавивъ опредѣленное количество льда къ водѣ въ 100⁰, онъ получитъ въ результатѣ температуру въ 125⁰; и это его ничуть не смутитъ, онъ даже охотно напишетъ, если только у него хватитъ времени окончить вычисленіе, что температура равняется 125⁰,2437! Дѣло очень ясно—онъ просто не умѣетъ вычислять; и, что еще важнѣе, онъ не можетъ замѣтить абсурдности своего результата, такъ какъ у него нѣтъ никакого представленія о дѣйствительности. Кромѣ того, ученики, какъ правильно замѣчаетъ Borel, слишкомъ снисходительны къ собственнымъ ошибкамъ въ вычисленіяхъ; если ученикъ нашелъ, что локомотивъ дѣлаетъ 8,000 килом. или даже 800 м. въ часъ, тогда какъ ему слѣдовало бы получить 80 килом., онъ увѣренъ, что его задача вполнѣ хороша, такъ какъ онъ ошибся лишь въ постановкѣ запятой.

Очевидно, что необходимо измѣнить подобное положеніе вещей, и это и составляетъ главную цѣль послѣдней реформы въ средней школѣ. Совѣщанія, составляющія предметъ настоящаго реферата, и имѣли въ виду поставить на обсужденіе вопросъ о средствахъ для достиженія этой цѣли. При открытіи этихъ совѣщаній проректоръ Парижской академіи, Liard, подъ руковод-

ствомъ котораго они происходили, изложилъ въ общихъ чертахъ, въ какомъ духѣ слѣдуетъ, по его мнѣнію, вести преподаваніе въ научныхъ школахъ.

„Въ средней школѣ научныя занятія, какъ и всякія другія, должны способствовать выработкѣ человѣка. Вѣдь и они являются нѣкоторымъ образомъ гуманитарными науками (humanités), въ широкомъ значеніи этого слова, научно-гуманитарными (humanités scientifiques), какъ смѣло назвалъ ихъ одинъ изъ горячихъ защитниковъ классическаго образованія. Ихъ назначеніе состоитъ въ томъ, что онѣ даютъ наиболѣе цѣлесообразную работу для развитія всего, что помогаетъ человѣческому уму открывать и познавать положительныя истины, какъ, напримѣръ, наблюденіе, сравненіе, классификація, опытъ, индукція, дедукція, аналогія; онѣ развиваютъ способности къ воспріятію реальнаго, не причиняя никакого ущерба нашей способности постигать идеальное; именно, благодаря этому онѣ незамѣтно пріобрѣтаютъ полезное философское значеніе и пріучаютъ нашъ умъ не къ отрывочному, а къ цѣльному мышленію. Онѣ пріобрѣтаютъ вслѣдствіе этого тотъ общій характеръ, въ которомъ принято видѣть сущность средняго образованія“.

„Очевидно, что для того, чтобы удовлетворительно выполнить эту задачу, научное преподаваніе должно, главнымъ образомъ, обращаться къ активнымъ способностямъ ума, именно, къ тѣмъ способностямъ, при помощи которыхъ и были созданы науки. Память играетъ, конечно, въ этомъ дѣлѣ извѣстную роль, хотя и не главную. Нужно достигнуть, умѣнія точно опредѣлять вещи, умѣнія распознавать дѣйствительное и недѣйствительное, истинное и ложное, чувства увѣренности въ своемъ сужденіи. Затѣмъ, ничто такъ не противорѣчитъ дѣйствительно научному образованію, какъ внесеніе въ пассивные умы при помощи книги или даже при помощи слова (несмотря на преимущества этого способа передачи) массы заученныхъ наизусть абстрактныхъ понятій и фактовъ. Это чистѣйшій кабализмъ, это — крупное зло. Необходимо, наоборотъ, возбудить въ ученикѣ самостоятельное мышленіе, привлечь къ дѣятельности его мыслительныя способности, призвать къ жизни его личныя силы, словомъ, сдѣлать его способнымъ къ самостоятельной работѣ. Старая формула философа: „Знать — значитъ дѣйствовать“, — все еще справедлива.

Здѣсь, какъ и въ другихъ областяхъ, главная польза не въ томъ, что̀ ученикъ можетъ повторить, но въ томъ, что̀ онъ самъ производитъ“.

Въ полномъ согласіи съ этимъ взглядомъ, шесть докладчиковъ сошлись на томъ, что въ преподаваніи наукъ необходимо все болѣе и болѣе мѣста отводить опыту и индукціи, чтобы ученикамъ показывали не готовую, созданную науку, а самый процессъ образованія науки.

Для того, чтобы сдѣлать ученикамъ понятнымъ путь, кото-

рымъ слѣдуетъ человѣческій умъ въ изысканіяхъ истины, необходимо заставить ученика самого работать, необходимо, какъ говоритъ Липманнъ, дать ему возможность самому производить изслѣдованія; отъ ученика необходимо добиться примѣненія его собственныхъ силъ; нужно дать ему возможность произвести опытъ по инициативѣ собственнаго ума. Профессоръ долженъ остерегаться слишкомъ обременять память ученика; пусть онъ лучше заставитъ ученика самостоятельно рѣшить простой численный примѣръ на основаніи сообщенныхъ ему нѣсколькихъ элементарныхъ замѣчаній. Для достиженія этого изъ всѣхъ вспомогательныхъ наукъ наиболѣе пригодны науки математическія и физическія, не потому, что истины, излагаемыя этими научными дисциплинами, имѣютъ особенное воспитательное значеніе, но потому, что эти науки оперируютъ лишь надъ самымъ простымъ матеріаломъ, и потому что ихъ пріемы наиболѣе доступны ученикамъ.

(Продолженіе слѣдуетъ).

Электрическая звучащая труба.

Г. Э. Пфлаума.

*(Продолженіе *).*

11. При покрытіи проволочной рѣшетки трубками разныхъ размѣровъ оказалось, что звучаніе получалось лишь въ томъ случаѣ, когда длина трубокъ превышала ихъ ширину не менѣе, чѣмъ въ семь разъ. При самыхъ широкихъ трубкахъ поперечное сѣченіе воздушнаго столба могло превышать поверхность рѣшетки болѣе шести разъ.

12. Для опытовъ служили трубки изъ стекла, жести, папки и толстой бумаги, при чемъ матеріалъ не имѣлъ замѣтнаго вліянія на высоту и тембръ тона. Опредѣленіе высоты тоновъ было сдѣлано по слуху, безъ вспомогательныхъ приборовъ; незначительная разница въ высотѣ тоновъ разныхъ трубокъ могла быть отнесена къ неполной тожественности ихъ размѣровъ. Чтобы сравнить тоны трубокъ изъ разнаго матеріала, были включены параллельно въ ту же цѣпь по двѣ трубки такъ, что съ помощью прибора на подобіе ключа Морзе можно было пропустить электрическій токъ быстро то черезъ одну, то черезъ другую изъ нихъ. Нормальный токъ электрической трубы кажется *сухимъ* и какъ бы лишеннымъ добавочныхъ тоновъ, чѣмъ и объясняется отсутствіе вліянія матеріала трубки на тембръ.

13. Самымъ выгоднымъ положеніемъ проволочной рѣшетки оказывается такое, при которомъ ея разстояніе отъ нижняго конца трубки равно одной четверти длины трубки. Къ началу трубки можно приблизить рѣшетку до 15 mm., къ серединѣ труб-

*) См. В. О. Ф. XXX стр. 59.

ки же только немного. Это объясняется тѣмъ, что находящаяся вблизи рѣшетки пучность не можетъ быть приближена къ узлу, лежащему у середины трубки, ближе нѣкотораго предѣла. Если разстояніе рѣшетки отъ начала трубки равно $\frac{3}{4}$ длины трубки, то звучаніе возможно только при достаточной длинѣ трубки: длина воздушнаго столба, находящагося надъ рѣшеткою, должна превышать ширину трубки болѣе шести—семи разъ.

14. При нормальномъ положеніи рѣшетки главный узелъ находится около середины трубки, другой узелъ существуетъ вблизи кольца, окружающаго проволочную рѣшетку; пучности находятся вблизи открытыхъ концовъ трубки и непосредственно надъ рѣшеткою на разстояніи 1—2 cm. отъ послѣдней. Закрываніе одного изъ концовъ трубки уничтожаетъ звучаніе, такъ какъ при этомъ восходящій потокъ нагрѣтаго воздуха останавливается; если же у верхняго конца трубки оставить открытою кольцеобразную щель, то ширина послѣдней можетъ быть меньше одного миллиметра, и звучаніе трубы все таки возможно. Если закрыть трубку діафрагмою съ кругообразнымъ отверстіемъ въ серединѣ, то діаметръ послѣдняго долженъ быть довольно большой, около 10—15 cm., иначе звучаніе невозможно. Чтобы измѣрить измѣненія упругости воздуха, колеблющагося внутри трубки, были вдѣланы нефтяные манометры въ боковыя стѣнки трубки; какого-либо измѣненія упругости воздуха нельзя было замѣтить, что можетъ быть отнесено къ нечувствительности манометровъ; однако, оказалось, что присутствіе манометрическихъ трубокъ вліяло на положеніе узловъ и пучностей внутри трубы.

15. Движенія воздуха внутри электрической трубы весьма сложны, вѣроятно, потому что проволочная рѣшетка и принадлежащія къ ней части, введенныя въ пространство съ сильно колеблющимся воздухомъ, видоизмѣняютъ правильныя продольныя колебанія и прибавляютъ къ тѣмъ вихревымъ движеніямъ, которыя существуютъ въ органныхъ трубахъ, еще новыя неправильныя движенія. Слѣдить можно за движеніемъ звучащаго воздуха, наблюдая движеніе, напр., табачнаго дыма, наполняющаго трубку, но, такъ какъ послѣдній выталкивается восходящимъ потокомъ довольно скоро, то болѣе удобнымъ является вбрасывать въ трубку мелкій пепелъ. Частички послѣдняго, благодаря своей легкости, участвуютъ въ движеніяхъ воздуха, но все таки достаточно тяжелы, чтобы оставаться внутри трубки болѣе продолжительное время. Надъ кольцомъ, окружающимъ проволочную рѣшетку, стало быть, вблизи стѣнокъ трубки, преобладаютъ прямолинейныя движенія вверхъ и внизъ, надъ самою рѣшеткою же — вихри вокругъ оси трубки; эти основныя движенія складываются въ новыя, болѣе сложныя движенія, такъ что игра частичекъ пепла напоминаетъ настоящую метель. Если въ трубку во время ея звучанія вбрасывать небольшія хлопья изъ ваты или

тонкой бумаги, то послѣдніе послѣ сгоранія и обугливанія начинаютъ участвовать въ движеніяхъ воздуха, и надъ самою проволочною рѣшеткою они приходятъ въ сильное вращательное движеніе; удалившись отъ рѣшетки, они, главнымъ образомъ, движутся вверхъ и внизъ.

Интересный случай движенія наблюдается, если небольшой кусочекъ сусальнаго золота или легкой бумаги въ горизонтальномъ положеніи бросить въ трубку; вмѣсто того чтобы упасть, онъ остается вблизи конца трубки и совершаетъ довольно правильныя вращенія неограниченно долго, опускаясь и поднимаясь при каждомъ оборотѣ на нѣсколько миллиметровъ.

16. Введеніе разныхъ препятствій въ звучащую воздушную колонну вліяетъ какъ на форму, такъ и на возникновеніе колебаній воздуха. Пробковый кружокъ, радіусъ котораго на одинъ миллиметръ меньше радіуса трубки, опущенный въ трубку въ горизонтальномъ положеніи, затрудняетъ возникновеніе тона тѣмъ менѣе, чѣмъ ближе онъ къ узлу, лежащему въ серединѣ трубки; высота тона имъ, однако, нѣсколько повышается. Тонкія трубки, опущенныя въ звучащій воздушный столбъ и перерѣзывающія его по всей длинѣ, никакихъ дѣйствій не производятъ; толстыя же трубки понижаютъ тонъ, если ихъ концы открыты, и уничтожаютъ его, если они закрыты. Если на верхній конецъ звучащей трубы направить потокъ воздуха или свѣтильнаго газа, то звучаніе прекращается; свѣтильный газъ, введенный въ начало трубки, повышаетъ тонъ и заставляетъ его замолкнуть, вѣроятно потому, что онъ, по своей легкости, слишкомъ ускоряетъ восходящее теченіе. Введеніе углекислаго газа въ верхній или нижній конецъ трубки понижаетъ тонъ въ значительной степени: въ первомъ случаѣ онъ падаетъ въ трубку, благодаря своему большому удѣльному вѣсу, во второмъ случаѣ онъ увлекается восходящимъ потокомъ нагрѣтаго воздуха.

17. Не мало наблюденій указываютъ на нѣкоторую зависимость между высотою и силою тоновъ: дѣло въ томъ, что при одномъ и томъ же источникѣ звука сильные тоны кажутся нѣсколько ниже слабыхъ и наоборотъ. Особенно ясно наблюдается это у электрической звучащей трубы, можетъ быть, вслѣдствіе простого характера издаваемыхъ ею тоновъ. Удаляясь отъ звучащей трубы на нѣсколько шаговъ или же закрывая уши, можно легко наблюдать повышеніе тона, открывая уши или приближаясь къ трубкѣ—пониженіе тона. Измѣненія высоты могутъ доходить до цѣлаго тона и больше.

18. Если трубка, надѣваемая на проволочную рѣшетку, снабжена достаточнымъ числомъ боковыхъ отверстій, то она на подобіе флейты способна издавать цѣлый рядъ тоновъ, такъ что, открывая тѣ или другія отверстія, можно было бы на ней играть. Только отверстія, лежащія между проволочною рѣшеткою и се-

рединою трубки, т. е. между второстепеннымъ и главнымъ узломъ, не должны быть открыты, иначе звукъ не получится. Если же въ одно изъ этихъ отверстій вставить побочную трубку, перпендикулярную къ звучащей трубѣ, то при постепенномъ возрастаніи длины последней получаются слѣдующіе разные случаи: отсутствіе тона, повышеніе тона, полученіе основного тона и, наконецъ, вторичное исчезновеніе тона.

НАУЧНАЯ ХРОНИКА.

Развитіе примѣненія электрической энергіи въ Соединенныхъ Штатахъ. Какъ передаетъ „La Nature“, недавно произведенная народная перепись, коснувшаяся и статистики различныхъ родовъ промышленности и производства, обнаружила, какую огромную роль стало играть электричество въ обыденной жизни каждаго американца. Каждый житель Соединенныхъ Штатовъ расходуетъ на электричество 7 долларовъ, или 36 франковъ въ годъ. Эта общая сумма расхода составляется изъ слѣдующихъ отдѣльныхъ цифръ: $1^1/_4$ доллара идутъ на покупку электрическихъ машинъ и приборовъ, 3 долл. составляютъ плату электрическимъ желѣзнодорожнымъ и трамвайнымъ компаніямъ, $1^1/_2$ долл. расходуются на освѣщеніе и двигательную силу, 75 центовъ—на телефонъ, 50 центовъ—на телеграфъ и другіе способы передачи на разстояніи и т. д. Эти цифры достаточно краснорѣчиво показываютъ, въ какой широкой степени пользуются электрической силой жители Штатовъ, и какой необходимостью она стала въ ихъ житейскомъ обиходѣ. Соотвѣтственно спросу на эту нужную силу, естественно, растетъ и производство ея. Въ 1880 году фирмъ, занятыхъ спеціальнымъ изготовленіемъ электрическихъ приборовъ и машинъ, насчитывалось всего 76, работавшихъ на 14 милл. франковъ; въ настоящее же время число электрическихъ заводовъ возросло до 600, производящихъ болѣе, чѣмъ на 550 милл. фр.; въ это число совершенно не входятъ предпріятія и отрасли промышленности, въ которыхъ электричество является простой рабочей силой, какъ напримѣръ: желѣзныя дороги, трамваи, телефоны и цѣлая область фабричнаго и заводскаго производствъ. Въ 1900 году американскіе заводы произвели 10.500 динамомашинъ, общею силою до 566.720 килоуаттовъ, стоимостью свыше 54 милл. фр. Широта примѣненія электричества въ области техническаго и промышленнаго производствъ, размѣры потребленія его въ обыденной жизни, далеко оставившіе за собой Европу—все это сдѣлало Соединенные Штаты единственной страной, гдѣ электричество перестало быть роскошью и стало насущной потребностью населенія.

„Электротехникъ“

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

† Вслѣдъ за Ѳ. Ѳ. Петрушевскимъ сошелъ въ могилу еще одинъ изъ старѣйшихъ русскихъ физиковъ, Петръ Петровичъ Фанъ-деръ-Флитъ, скончавшійся 29-го іюля. Какъ и Петрушевскій, П. П. Фанъ-деръ-Флитъ провелъ всю свою научно-педагогическую дѣятельность въ Петербургѣ. Его научные труды относятся главнымъ образомъ къ теоріи электрическаго тока, но онъ писалъ также и по другимъ отдѣламъ физики и механики; къ механикѣ относятся и наиболѣе обширныя его произведенія— курсы: „Основанія механики“ и „Введеніе въ механику“. Такъ какъ въ молодые годы П. П. приходилось преподавать также элементарную математику, то имъ былъ также написанъ учебникъ геометріи: „Систематическій курсъ геометріи“ (1870).

Нѣсколько статей П. П. помѣстилъ и въ нашемъ журналѣ.

РЕЦЕНЗІИ.

А. В. Васильевъ. Заслуженный Профессоръ Казанскаго Университета. *Введеніе въ анализъ. Курсъ лекцій. Выпускъ I. Ученіе о цѣломъ положительномъ числѣ.* 1904 г.

Обращаемъ вниманіе лицъ, интересующихся математикой, на только что вышедшую книгу проф. А. В. Васильева, заглавіе коей приведено выше. Книга написана талантливо, увлекательно, строго научно и съ философскимъ оттѣнкомъ. Идея развитія понятія о „цѣломъ числѣ“ обрисована сжато, но крайне разносторонне. Читатель имѣетъ возможность сопоставить сразу какъ точку зрѣнія старыхъ математиковъ, считающихся только съ идеей „количественности“ и основывающихъ свое ученіе о числахъ исключительно на ученіи о числѣ „вещественномъ“ (какъ, напр., Ньютонъ или Эйлеръ), такъ и точку зрѣнія ученыхъ послѣднихъ десятилѣтій, которые въ основаніе всей математики кладутъ ученіе о „числѣ натуральнаго ряда“, какъ указателѣ порядка и численности; читатель познакомится въ главѣ „Изъ философіи понятія о цѣломъ положительномъ числѣ“ со взглядами ученыхъ: Гельмгольца, Кронекера, Дедекинда, Г. Кантора, оказавшихъ громаднѣйшее вліяніе на ученіе о „числѣ“ вообще. Глава, только что нами упомянутая, является одной изъ интереснѣйшихъ главъ книги. Слѣдующая за этой глава „Аксіомы и законы операцій надъ цѣлыми числами“ будетъ особенно интересна всякому: читатель здѣсь прекрасно можетъ ознакомиться со взглядами на этотъ вопросъ такихъ корифеевъ науки, какъ Грассманъ, Лобачевскій, Пуанкаре и Д. Гильбертъ. Эта глава и предыдущая даютъ читателю строго научно обоснованный фундаментъ ариѳметики, и вопросъ аксіоматическій въ области ариѳметики двумя этими главами разрѣшается почти полностью,—говоримъ „почти“, потому что наука, несмотря на кажущуюся за-

конченность ученія объ аксіомахъ ариѳметики, ставитъ новые вопросы. По мнѣнію, напр., проф. Гильберта (въ Геттингенскомъ Университетѣ), аксіоматическая часть ариѳметики нуждается въ рѣшеніи такого важнаго вопроса: противорѣчивы-ли аксіомы по отношенію другъ къ другу или нѣтъ? Доказательства отсутствія противорѣчія въ аксіомахъ ариѳметики мы на самомъ дѣлѣ еще не имѣемъ.

Оригинальность книги заключается, по нашему разумѣнію, въ удивительной свѣжести, новизнѣ, ясности и разносторонности, съ какими почтенный авторъ излагаетъ тотъ или иной вопросъ. Далѣе, книга, какъ говорится, очень часто должна „заинтриговывать" читателя, если позволено такъ выразиться; особенно это нужно допустить, имѣя въ виду юнаго читателя. Авторъ всегда очень умѣло и часто указываетъ на открывающіеся читателю горизонты, а постоянныя ссылки на литературу помогаютъ и осуществить всякому свои планы по части углубленія въ тотъ или иной вопросъ; обиліе ссылокъ на литературу — одно изъ весьма полезныхъ достоинствъ книги.

Излагая собственно „Теорію чиселъ", авторъ знакомитъ съ двумя точками зрѣнія: съ точкой зрѣнія чисто „ариѳметической" въ этой области и, до извѣстной степени, съ точкой зрѣнія „геометрической", если можно такъ выразиться,—той самой, съ которой трактовалъ, напр. „элементы теоріи чиселъ ученый Пуансо. Вездѣ разсыпано много подробностей и при томъ — это нужно отнести къ достоинствамъ книги—не загромождающихъ дѣла, не сбивающихъ и спутывающихъ читателя, а наоборотъ, всегда заинтересовывающихъ и заставляющихъ идти дальше.

Теорія чиселъ начинается послѣ общихъ разсужденій изученіемъ „простыхъ чиселъ". Несмотря на трудности, съ которыми сопряжено элементарное и въ то же время болѣе или менѣе детальное изложеніе, авторъ довольно подробно знакомитъ читателя съ этой „таинственной" областью математики; здѣсь же мы наталкиваемся на „числовую" функцію Римана и видимъ до извѣстной степени ея роль въ вопросѣ о законѣ распредѣленія простыхъ чиселъ. Да и вообще, въ книгѣ дается представленіе о „числовыхъ функціяхъ" и характеризуются подробно важнѣйшія изъ нихъ. Очень подробно изложена теорія линейныхъ „Сравненій", теорія степенныхъ вычетовъ, теорія индексовъ и приложимость только что упомянутыхъ теорій къ вопросамъ дѣлимости. Квадратныя сравненія изложены лишь настолько, чтобы можно было вполнѣ ясно охарактеризовать „символъ Лежандра". Что касается до значенія теоріи квадратичныхъ формъ для теоріи чиселъ, то объ этомъ авторъ говоритъ лишь вскользь. Хорошо было бы, если бы авторъ, хотя бы на линейныхъ формахъ, съ присущей ему талантливостью изложилъ значеніе теоріи формъ вообще для теоріи чиселъ; выясненіе же этого на квадратичныхъ формахъ безъ необходимыхъ подробностей, какъ это сдѣлано у автора, не можетъ быть убѣдительно и рельефно для юнаго читателя. Въ заключе-

ніе скажемъ, что книга вся проникнута „единствомъ“: основныя идеи, руководящія всѣмъ въ изложеніи,—идеи о „цѣломъ числѣ“ и „дѣлимости“.

Приватъ-Доцентъ Н. Парфентьевъ.

ЗАДАЧИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ.

Рѣшенія всѣхъ задачъ, предложенныхъ въ текущемъ семестрѣ, будутъ помѣщены въ слѣдующемъ семестрѣ.

№ 508 (4 сер.). Рѣшить систему уравненій

$$\sqrt{x}+\sqrt{y}+\sqrt{z}=4,$$
$$x+y+z=6$$
$$x^2+y^2+z^2=18.$$

Г. Оганянцъ (сел. Гомадзоръ).

№ 509 (4 сер.). Построить прямоугольный треугольникъ по катету, зная, что центръ тяжести искомаго треугольника лежитъ на вписанной въ него окружности.

И. Коровинъ (Екатеринбургъ).

№ 510 (4 сер.). Построить треугольникъ ABC по $p+m_a=s$ (гдѣ p—полупериметръ, m_a—медіана, проведенная къ сторонѣ a) и по разности двухъ другихъ сторонъ $b-c$, если извѣстны углы α и β, образуемые соотвѣтственно медіаной m_a со сторонами b и c.

Н. Сагателянцъ (Шуша).

№ 511 (4 сер.). Доказать, что если m и n означаютъ два числа, не дѣлящіяся на 3, то число

$$(m-n)(m^2-mn+n^2)(m^3+2m^2n+2mn^2+n^3)$$

дѣлится на 9.

Н. Пѣтуховъ (Екатеринбургъ).

№ 512 (4 сер.). Доказать, что во всякомъ треугольникѣ количества

$$(b-c)^2(b+c-a),\quad (c-a)^2(c+a-b),\quad (a-b)^2(a+b-c)$$

соотвѣтственно пропорціональны количествамъ

$$\sin A\sin^2\frac{B-C}{2},\quad \sin B\sin^2\frac{C-A}{2},\quad \sin C\sin^2\frac{A-B}{2}.$$

(Черезъ a, b, c и A, B, C означены стороны и соотвѣтственно противолежащіе имъ углы треугольника).

(Заимств.).

№ 513 (4 сер.). Ареометръ Фаренгейта вѣситъ 80 граммовъ; при нагрузкѣ въ 45 граммовъ онъ погружается при 20° до черты въ жидкости, плотность которой при этой температурѣ равна 1,5. Чему равенъ объемъ ареометра до черты при 0°? Коэффиціентъ кубическаго расширенія стекла равенъ $\frac{1}{38700}$.

(Заимств.).

РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 436 (4 сер.). *Исключить* x *и* y *изъ уравненій:*

$$\sin x + \cos y = a, \quad \operatorname{tg} x + \operatorname{ctg} y = b, \quad \sec x + \operatorname{cosec} y = c.$$

Полагая

$$x = \frac{\pi}{2} - z,$$

приводимъ данную систему къ виду:

$$\cos y + \cos z = a, \quad \operatorname{ctg} y + \operatorname{ctg} z = b, \quad \operatorname{csc} y + \operatorname{csc} z = c \qquad (1)$$

Обозначая $\operatorname{tg} \frac{y}{2}$ и $\operatorname{tg} \frac{z}{2}$ соотвѣтственно черезъ u и v и выражая косинусы, котангенсы и косекансы по извѣстнымъ фурмуламъ черезъ тангенсы половинныхъ дугъ, представимъ систему (1) въ видѣ

$$\frac{1-u^2}{1+u^2} + \frac{1-v^2}{1+v^2} = a \ (2), \quad \frac{1-u^2}{2u} + \frac{1-v^2}{2v} = b \ (3), \quad \frac{1+u^2}{2u} + \frac{1+v^2}{2v} = c \ (4).$$

Складывая уравненія (3) и (4), а затѣмъ вычитая изъ уравненія (4) уравненіе (3), находимъ:

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{u+v}{uv} = c + b \ (5), \quad u + v = c - b \ (6).$$

Дѣля уравненіе (6) на уравненіе (5), получимъ:

$$uv = \frac{c-b}{c+b} \qquad (7).$$

Представивъ уравненіе (2) въ видѣ

$$\frac{(1-u^2)(1+v^2)+(1+u^2)(1-v^2)}{(1+u^2)(1+v^2)} = \frac{2[1-(uv)^2]}{1+(uv)^2-2uv+2uv+u^2+v^2} = \frac{2[1-(uv)^2]\ ^{*)}}{(1-uv)^2+(u+v)^2} = a$$

и подставляя изъ уравненій (6) и (7) значенія $u+v$ и uv, получимъ:

$$\frac{2\left[1-\frac{(c-b)^2}{(c+b)^2}\right]}{\left(1-\frac{c-b}{c+b}\right)^2+(c-b)^2} = a = \frac{8bc}{(c^2-b)^2+4b^2},$$

или

$$a[(c^2-b^2)^2+4b^2] = 8bc.$$

Н. Артемьевъ (Спб.); *Я. Дубновъ* (Вильна).

---

*) Можно было заранѣе предвидѣть, что выраженіе $\frac{1-u^2}{1+u^2} + \frac{1-v^2}{1+v^2}$ выражается раціонально черезъ $u+v$ и uv, такъ какъ это выраженіе есть симметрическая раціональная функція u и v.

№ 444 (4 сер.). *Упростить выраженіе*

$$\frac{4+2\sqrt{3}}{\sqrt[3]{10+6\sqrt{3}}}.$$

Отыщемъ два раціональныхъ числа x и y, удовлетворяющихъ равенству

$$\sqrt[3]{10+6\sqrt{3}}=x+\sqrt{y} \quad (1)$$

Очевидно, y не есть точный квадратъ, такъ какъ иначе, возвышая въ кубъ равенство (1), мы нашли бы, что число $10+6\sqrt{3}$, а потому и $\sqrt{3}$ есть число раціональное. Возвысивъ въ кубъ равенство (1), найдемъ, что

$$(x+\sqrt{y})^3=x^3+3x^2\sqrt{y}+3xy+y\sqrt{y}=10+6\sqrt{3} \quad (2),$$

откуда, приравнивая отдѣльно раціональныя и ирраціональныя части, получимъ:

$$x^3+3xy=10 \quad (3), \quad 3x^2\sqrt{y}+y\sqrt{y}=6\sqrt{3}\ ^{*)} \quad (4).$$

Вычитая изъ равенства (3) равенство (4), найдемъ

$$x^3-3x^2\sqrt{y}+3xy-y\sqrt{y}=(x-\sqrt{y})^3=10-6\sqrt{3} \quad (5).$$

Изъ равенствъ (2) и (5) выводимъ:

$$(x+\sqrt{y})^3(x-\sqrt{y})^3=10^2-(6\sqrt{3})^2,$$

или

$$(x^2-y)^3=-8,$$

откуда, приравнивая ариѳметическія значенія корней третьей степени изъ обѣихъ частей, получимъ:

$$x^2-y=-2 \quad (6).$$

Подставляя y изъ равенства (6) въ уравненіе (3), имѣемъ:

$$x^3+3x(x^2+10)=10, \quad 4x^3+6x-10=0, \quad 2x^3+3x-5=0 \quad (7).$$

Лѣвая часть уравненія (7) обращается въ нуль при $x=1$. Полагая $x=1$, находимъ изъ уравненія (6), что $y=3$.

Поэтому (см. (1), (3), (4))

$$\sqrt[3]{10+6\sqrt{3}}=1+\sqrt{3}.$$

Слѣдовательно,

$$\frac{4+2\sqrt{3}}{\sqrt[3]{10+6\sqrt{3}}}=\frac{4+2\sqrt{3}}{1+\sqrt{3}}=\frac{(4+2\sqrt{3})(-1+\sqrt{3})}{(1+\sqrt{3})(-1+\sqrt{3})}=\frac{2+2\sqrt{3}}{2}=1+\sqrt{3}.$$

А. Колегаевъ (Короча); *В. Коваржикъ* (Полтава); *В. Винокуровъ* (Калязинъ); *Н. Агрономовъ* (Вологда); *Я. Дубновъ* (Вильна).

---

*) Непосредственное совмѣстное рѣшеніе системы уравненій (3) и (4) приводитъ къ болѣе сложному уравненію относительно x, нежели уравненіе (7).

№ 445 (4 сер.). *Показать, что 100-я степень всякаго цѣлаго числа либо дѣлится на* 125, *либо при дѣленіи на* 125 *даетъ въ остаткѣ* 1.

Если a кратно 5, то $a^{100} = (5k)^{100} = 5^{100}k^{100}$, гдѣ k — число цѣлое, а потому a^{100} дѣлится на $5^3 = 125$. Если a не кратно 5, то оно взаимно простое съ 5, а потому и съ 125. Но въ такомъ случаѣ, обозначая черезъ $\varphi(125)$ число цѣлыхъ положительныхъ чиселъ, меньшихъ 125 и взаимно простыхъ съ нимъ, по теоремѣ Эйлера, имѣемъ, что

$a^{\varphi(125)} - 1 = a^{\varphi(5^3)} - 1 = a^{5^2(5-1)} - 1 = a^{100} - 1$ дѣлится на 125, т. е. число a^{100} даетъ въ остаткѣ 1 при дѣленіи на 125.

С. Новосельцевъ (Ростовъ); *А. Колегаевъ* (Короча); *Я. Дубновъ* (Вильна).

№ 446 (4 сер.) *Доказать, что при всякомъ цѣломъ значеніи* n *числовая величина выраженія*

$$n^4 + 6n^3 + 11n^2 + 6n$$

кратна 24.

Разлагая предложенное выраженіе на множителей, имѣемъ:

$$n^4 + 6n^3 + 11n^2 + 6n = n(n^3 + 6n^2 + 11n + 6) =$$

$$= n[n^3 + n^2 + 5(n^2 + n) + 6(n+1)] = n[n^2(n+1) + 5n(n+1) + 6(n+1)] =$$

$$= n(n+1)(n^2 + 5n + 6) = n(n+1)(n+2)(n+3),$$

откуда видно, что разсматриваемое число, какъ произведеніе четырехъ последовательныхъ цѣлыхъ чиселъ, кратно $1 . 2 . 3 . 4 = 24$.

В. Даватцъ (Харьковъ); *А. Колегаевъ* (Короча); *В. Гейманъ* (Θеодосія); *В. Коваржикъ* (Полтава); *К. Абрамовичъ* (Петроковъ); *Я. Дубновъ* (Вильна); *В. Парѳеновъ* (Спб.).

ПОПРАВКИ.

Въ № 361 Вѣстника по ошибкѣ наборщика опущено подстрочное примѣчаніе къ задачѣ № 430 слѣдующаго содержанія: *) т. е. къ равенству $\frac{a}{b} ? \frac{c}{d} = \frac{a+c}{b+d}$ нельзя примѣнять безъ предварительнаго изслѣдованія всѣхъ тѣхъ преобразованій, которыя примѣнимы къ обычнымъ равенствамъ въ ариѳметикѣ.

Въ задачѣ № 434 того же номера Вѣстника вмѣсто $\frac{(x^2 - y^2)(x + y)^3}{xy}$ слѣдуетъ читать $\frac{(x^2 - y^2)(x + y)^2}{xy}$.

Редакторъ приватъ-доцентъ **В. Ф. Каганъ**. Издатель **В. А. Гернетъ**.

Дозволено цензурою, Одесса 24-го Сентября 1904 г.

Типографія Бланкоиздательства М. Шпенцера, ул. Новосельскаго, д. № 66.